

Proyecto de innovación: asfalto modificado con polvo de neumático para la empresa PV

Obras Civiles S.A.S.

Aixa Fiorella García Diaz

Beyali Vergara Torres

Fabián David Feria Moreno

Miguel Angel Reyes Acuña

Michael Stiven Otolora Marin

Asesora

Karla Nathalia Triana Ortiz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Diplomado de Profundización en Gestión de la Innovación para el Diseño de Productos y

Servicios

2025

Resumen

Este proyecto propone el desarrollo de un proceso de innovación para dar respuesta a los retos empresariales identificados en la empresa PV Obras Civiles S.A.S., relacionados con la gestión ambiental de residuos y la necesidad de ofrecer soluciones sostenibles en el sector de infraestructura vial. A través de un enfoque estructurado que incluyó diagnóstico, análisis de tendencias, ideación, diseño de prototipo y validación, se desarrolló una propuesta de valor basada en el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso (NFU) como insumo para la formulación de mezclas asfálticas modificadas. El proceso de innovación fue guiado por la metodología Design Thinking y el modelo de objetivos y resultados clave (OKR), permitiendo la generación de una solución técnica, económica y ambientalmente viable. Como resultado, se obtuvo un prototipo funcional que mejora la durabilidad del pavimento, reduce los costos operativos y promueve la economía circular, contribuyendo al posicionamiento de la empresa como referente en prácticas sostenibles dentro del sector.

Palabras clave: innovación, proceso de innovación, economía circular, neumáticos reciclados, infraestructura vial sostenible.

Abstract

This project proposes the development of an innovation process to respond to the business challenges identified in the company PV Obras Civiles S.A.S., related to environmental waste management and the need to offer sustainable solutions in the road infrastructure sector. Through a structured approach that included diagnosis, trend analysis, ideation, prototype design and validation, a value proposition was developed based on the use of end-of-life tires (NFU) as an input for the formulation of modified asphalt mixtures. The innovation process was guided by the Design Thinking methodology and the Objectives and Key Results (OKR) model, allowing the generation of a technically, economically and environmentally viable solution. As a result, a functional prototype was obtained that improves the durability of the pavement, reduces operating costs and promotes the circular economy, contributing to the positioning of the company as a reference in sustainable practices within the sector.

Keywords: Innovation, innovation process, circular economy, recycled tires, sustainable road infrastructure.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Justificación.....	11
Objetivos	12
Propuesta de Innovación en la Empresa PV OBRAS CIVILES.....	13
Conceptualización	15
Presentación de la Empresa.....	16
Metodología	18
Resultados	31
Identificación del reto empresarial.....	35
Análisis de tendencias	16
Proceso de innovación empresarial	18
Diseño de Productos y/o servicios	31
Conclusiones	35
Recomendaciones.....	53
Referencias Bibliográficas.....	56
Apéndices.....	58

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Aplicación de NFU en mezclas asfálticas por país (%)</i>	19
Figura 2 <i>Evolución de proyectos de economía circular (2015-2025)</i>	20
Figura 3 <i>Principales enfoques sostenibles en obras civiles (%)</i>	21
Figura 4 <i>Intención de innovación</i>	21
Figura 5 <i>Cuando y cuanto innovar</i>	22
Figura 6 <i>Intención de Innovar</i>	22
Figura 7 <i>Insights de Oportunidades</i>	23
Figura 8 <i>Como sería el mundo de PV OBRAS CIVILES S.A.S</i>	23
Figura 9 <i>Enumerar los sospechosos habituales e inusuales</i>	24
Figura 10 <i>Nuevos socios, nuevas jugadas</i>	24
Figura 11 <i>Ponerse en los zapatos del otro</i>	24
Figura 12 <i>Mapa de oportunidades</i>	25
Figura 13 <i>Plataformas de crecimiento</i>	25
Figura 14 <i>Segmento de mercado</i>	26
Figura 15 <i>Criterio para las plataformas de crecimiento</i>	26
Figura 16 <i>Conceptos de negocios</i>	27
Figura 17 <i>Campo de juego priorizado</i>	27
Figura 18 <i>Brochure conceptual</i>	28
Figura 19 <i>Ingeniería inversa</i>	28
Figura 20 <i>Tres condiciones principales de la ingeniería inversa</i>	29
Figura 21 <i>Elementos principales de un concepto de negocio</i>	29
Figura 22 <i>Presentación de conceptos de negocio</i>	30

Figura 23 <i>Peso de grava y arena</i>	37
Figura 24 <i>Peso del polvo de caucho</i>	37
Figura 25 <i>Mescla de emulsión asfáltica</i>	38
figura 26 <i>Se calientan los agregados a una temperatura adecuada (180 °C)</i>	38
Figura 27 <i>Se calienta el bitumen caliente, y si aplica, el polvo de caucho reciclado</i>	39
Figura 28 <i>Verter los agregados al asfalto y mezclar hasta obtener una masa homogéne</i>	39
Figura 29 <i>calentar por un tiempo determinado de 60 minutos</i>	40
Figura 30 <i>Verter en la superficie deseada</i>	40
Figura 31 <i>Registro Prueba A</i>	42
Figura 32 <i>Registro prueba B</i>	43
Figura 33 <i>Registro prueba C</i>	44

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Diagnostico de necesidades y expectativas del usuario</i>	32
Tabla 2 <i>Valoración de necesidades</i>	33
Tabla 3 <i>Análisis de factibilidad</i>	35
Tabla 4 <i>Cantidades y temperatura prueba A</i>	41
Tabla 5 <i>Cantidades y temperatura prueba B</i>	42
Tabla 6 <i>Cantidades y temperatura prueba C</i>	43
Tabla 7 <i>Objetivos y Resultados Clave (OKR)</i>	45

Lista de Apéndices

Apéndice A Link Encuesta..... 58

Apéndice B Gráficas 59

Introducción

La gestión de la innovación en el sector de obras civiles se ha convertido en un factor estratégico para responder a los desafíos actuales en sostenibilidad, eficiencia y competitividad. Las empresas del rubro enfrentan problemáticas estructurales relacionadas con el uso intensivo de materiales no renovables, altos costos operativos y creciente presión regulatoria por adoptar prácticas responsables con el medio ambiente (Jacobs & Chase, 2018). En este contexto, PV Obras Civiles S.A.S., una compañía dedicada al diseño y ejecución de proyectos de infraestructura vial, ha identificado la necesidad de transformar sus procesos mediante soluciones innovadoras que contribuyan tanto a la eficiencia técnica como al desarrollo sostenible.

Una de las problemáticas más relevantes es el impacto ambiental generado por los residuos sólidos, particularmente los neumáticos fuera de uso, los cuales representan una amenaza significativa debido a su lenta degradación y alta inflamabilidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). A partir de este diagnóstico, se propuso el diseño de un producto innovador que consiste en la incorporación de llanta triturada en la mezcla asfáltica, lo cual permite no solo mitigar el impacto ecológico sino también optimizar el desempeño mecánico del pavimento y reducir los costos de producción (Airey, 2004). El presente trabajo forma parte del proceso desarrollado en el *Diplomado de Profundización en Gestión de la Innovación para el Diseño de Productos y Servicios*, específicamente en las fases 5 y 6, correspondientes a la aplicación de la metodología Design Thinking y la formulación de OKR (Objectives and Key Results).

Estas herramientas permiten integrar la creatividad centrada en el usuario con la gestión basada en resultados, facilitando el diseño de soluciones viables, deseables y medibles (Brown, 2009; Doerr, 2018). El objetivo principal es documentar el proceso de innovación seguido por la

empresa, desde la identificación del problema hasta la formulación de metas concretas que orienten su implementación efectiva.

Justificación

La elección de este proyecto responde a la necesidad urgente de reducir el impacto ambiental causado por la acumulación de neumáticos fuera de uso, que en Colombia supera las 60.000 toneladas anuales. Estos residuos, al no ser gestionados adecuadamente, representan una amenaza para la salud pública y para los ecosistemas. A su vez, la infraestructura vial colombiana demanda soluciones innovadoras que permitan aumentar la durabilidad de los pavimentos y disminuir los costos de mantenimiento, aspectos que afectan directamente a gobiernos, empresas constructoras y usuarios.

Este proyecto de innovación propone una alternativa técnica y económicamente viable para la reutilización de NFU en la producción de mezclas asfálticas limpias dentro del sector de obras civiles. Además, la propuesta integra principios de sostenibilidad, economía circular e innovación tecnológica, contribuyendo a la creación de valor ambiental, económico y social.

La limitada implementación de estas tecnologías en Colombia y la falta de metodologías estructuradas en empresas medianas del sector civil hacen de este proyecto una iniciativa pertinente, replicable y escalable. Por tanto, se espera que sus resultados sirvan de referencia para futuras estrategias públicas y privadas orientadas a fomentar la innovación sostenible en la infraestructura vial del país.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un proceso de innovación de producto para fortalecer la oferta de soluciones sostenibles en el sector de infraestructura vial por parte de la empresa PV Obras Civiles S.A.S., mediante la identificación de retos empresariales y el diseño de un prototipo basado en el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso.

Objetivos Específicos

Identificar oportunidades de innovación en PV Obras Civiles S.A.S. a partir del análisis de sus retos empresariales, enfocados en sostenibilidad, eficiencia operativa y gestión de residuos.

Desarrollar una propuesta de solución mediante un proceso estructurado de innovación, aplicando metodologías como Design Thinking y el enfoque OKR para diseñar un prototipo funcional.

Establecer un plan estratégico para la implementación del prototipo que permita su integración en la oferta de la empresa, generando valor agregado y posicionamiento competitivo en el sector vial.

Propuesta de Innovación en la Empresa PV OBRAS CIVILES

Conceptualización

La innovación se define como la aplicación de nuevas ideas, productos, servicios o procesos que resultan en mejoras significativas dentro de una organización. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2005), innovar implica transformar el conocimiento en valor, a través de una gestión estructurada del cambio que permite adaptarse a las exigencias del entorno. Esta capacidad de innovación se ha convertido en un elemento clave para el crecimiento y la competitividad empresarial, especialmente en sectores como el de la infraestructura vial, donde los retos ambientales y operativos son cada vez más complejos.

Existen diversos tipos de innovación que pueden clasificarse según su naturaleza y alcance. Schumpeter (1934) distingue entre innovación de producto, de proceso, de mercado, de insumo y de organización. En el presente proyecto, se aborda específicamente la innovación de producto, entendida como la introducción de un bien o servicio significativamente mejorado, resultado de un proceso creativo y estructurado dentro de la empresa.

Por otro lado, la economía circular es un modelo de producción y consumo que promueve la reutilización, reparación, reciclaje y valorización de los recursos, minimizando el uso de materias primas vírgenes y la generación de residuos. Según la Fundación Ellen MacArthur (2015), este enfoque permite desacoplar el crecimiento económico del consumo de recursos finitos, alargando el ciclo de vida de los materiales y generando valor sostenible. En este contexto, la reutilización de neumáticos fuera de uso (NFU) se presenta como una oportunidad para integrar principios circulares en los procesos constructivos, promoviendo así la sostenibilidad empresarial.

La integración de estos conceptos en el presente proyecto responde a la necesidad de

transformar un problema ambiental la acumulación de residuos como los NFU es una oportunidad de mejora técnica y económica, generando ventajas competitivas para la empresa en un mercado cada vez más orientado a la responsabilidad ambiental.

Presentación de la Empresa

PV Obras Civiles S.A.S es una empresa colombiana dedicada al desarrollo de proyectos de infraestructura vial y obras civiles, con experiencia en construcción de carreteras, mantenimiento de vías y urbanismo. Se trata de una organización de tamaño mediano, con un equipo técnico consolidado y maquinaria.

La empresa ha manifestado un interés creciente en incorporar procesos sostenibles dentro de su operación, reconociendo la necesidad de adaptarse a nuevas normativas ambientales y demandas del mercado. Actualmente se encuentra en una etapa inicial de madurez tecnológica en términos de innovación, lo que representa tanto un reto como una oportunidad para introducir mejoras significativas en sus procesos.

Su visión empresarial está orientada hacia el crecimiento responsable y la consolidación como un referente en soluciones de infraestructura vial sostenibles y de alta calidad. La innovación propuesta en este proyecto responde directamente a esta visión, permitiendo a PV Obras Civiles S.A.S posicionarse en el mercado con un producto diferenciado, alineado con las tendencias globales en ingeniería verde y reutilización de residuos

Metodología

El presente proyecto se desarrolló mediante un enfoque metodológico estructurado en cinco fases, con el objetivo de identificar retos empresariales, analizar tendencias, generar ideas innovadoras y diseñar una solución técnica, económica y ambientalmente viable para la organización.

Fase 1: Identificación del Reto Empresarial

Se aplicaron encuestas y entrevistas al personal de la empresa PV Obras Civiles S.A.S. para diagnosticar su capacidad innovadora y sus principales desafíos en términos de sostenibilidad, gestión de residuos y competitividad. Con base en esta información, se definió un reto empresarial prioritario que guio el desarrollo del proyecto.

Fase 2: Análisis de Tendencias (Vigilancia Tecnológica)

Se llevó a cabo una revisión documental de fuentes científicas, técnicas e institucionales para identificar tendencias actuales en sostenibilidad e innovación dentro del sector de infraestructura vial. Esta fase permitió reconocer referentes aplicables y tecnologías emergentes con potencial de adaptación en el contexto de la empresa.

Fase 3: Proceso de Innovación Basado en el Modelo GIMI

Se aplicó el marco metodológico propuesto por el Global Innovation Management Institute (GIMI), el cual comprende cuatro etapas: descubrimiento de oportunidades, generación de ideas, desarrollo de soluciones y diseño del modelo de negocio. Esta estructura facilitó la formulación de una propuesta coherente con las capacidades y necesidades de la empresa.

Fase 4: Aplicación de la Metodología Design Thinking

A través de las etapas de empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar, se desarrolló un proceso creativo centrado en el usuario. Esta metodología permitió diseñar una solución

funcional y alineada con los objetivos estratégicos de la organización.

Fase 5: Diseño de OKR (Objectives and Key Results)

Se definieron objetivos estratégicos y resultados clave que orientan la implementación de la propuesta innovadora. Esta herramienta de gestión permite establecer indicadores de seguimiento y evaluar el impacto de la solución planteada en términos técnicos, económicos y ambientales.

Resultados

Identificación del Reto Empresarial

PV Obras Civiles S.A.S., como empresa del sector de infraestructura vial, se enfrenta a varios retos críticos que limitan su competitividad y sostenibilidad en el mercado. Entre ellos, destaca la gestión inadecuada de los neumáticos fuera de uso (NFU), un problema ambiental de creciente preocupación en Colombia. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020), en el país se generan anualmente entre 60.000 y 70.000 toneladas de llantas usadas, muchas de las cuales no reciben un tratamiento adecuado, convirtiéndose en focos de contaminación y propagación de enfermedades vectoriales.

Simultáneamente, la infraestructura vial colombiana presenta desafíos importantes relacionados con la durabilidad de los pavimentos y los altos costos de mantenimiento, los cuales generan un impacto directo sobre los presupuestos públicos y privados destinados a la construcción y conservación de vías.

El reto empresarial identificado se enmarca en la necesidad de implementar una solución innovadora que permita reutilizar los NFU en la producción de mezclas asfálticas, con el objetivo de reducir el impacto ambiental, mejorar la resistencia del pavimento y disminuir los costos operativos. Esta solución debe adaptarse a la capacidad técnica y operativa de la empresa, con posibilidades reales de ser escalada y replicada en otros proyectos viales.

Durante la etapa de diagnóstico, se identificaron varias barreras, tales como la falta de conocimiento técnico sobre las mezclas asfálticas modificadas, el escepticismo frente a los nuevos materiales, y la escasa articulación entre sostenibilidad e innovación en los procesos de decisión. No obstante, también se evidenció un alto interés por parte de los ingenieros y directivos en explorar tecnologías que ofrecieran beneficios ambientales y económicos, lo que motivó el

desarrollo del presente proyecto de innovación.

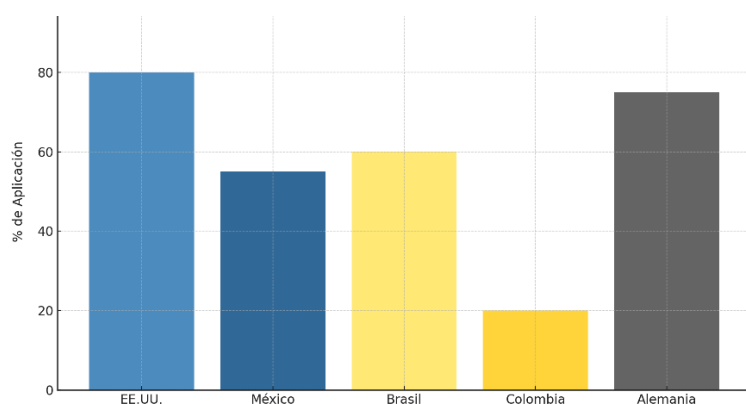
Análisis de Tendencias

En los últimos años, las tendencias globales en sostenibilidad y economía circular han redefinido el enfoque del sector de infraestructura vial, impulsando el uso de tecnologías limpias y materiales reciclados. Ante la necesidad de reducir el impacto ambiental de las obras civiles, se ha incrementado el interés por soluciones que integren la valorización de residuos, entre ellas el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso (NFU) en mezclas asfálticas.

A nivel internacional, países como Estados Unidos, Brasil, Alemania y México han incorporado esta tecnología con resultados positivos en términos de desempeño vial, reducción de costos y disminución del impacto ambiental. En la Ilustración 1 se presenta una comparación del nivel de aplicación de NFU en asfalto entre varios países. Se evidencia que Colombia presenta un bajo porcentaje de uso en comparación con otras naciones, lo que revela una importante oportunidad de mejora tecnológica y de adopción de prácticas sostenibles.

Figura 1

Aplicación de NFU en mezclas asfálticas por país (%)



Fuente: Adaptado de GIZ (2020) y US EPA (2021).

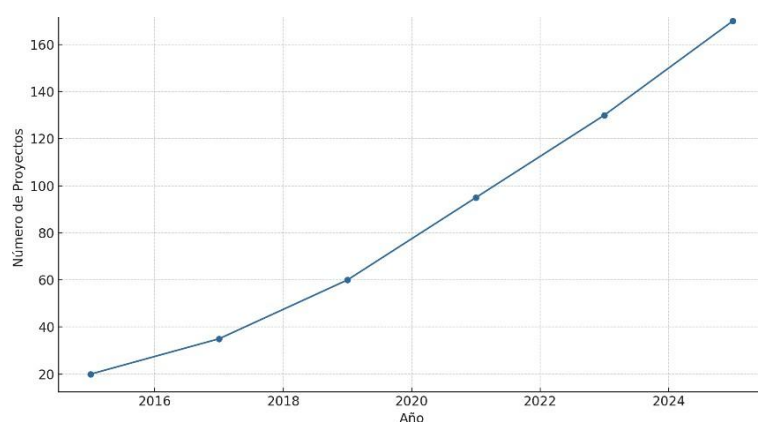
Este rezago, lejos de ser una desventaja, representa para empresas como PV Obras Civiles S.A.S. una posibilidad estratégica para liderar iniciativas sostenibles en el sector, alineadas con

estándares internacionales.

Por otra parte, la implementación de modelos de economía circular en la infraestructura ha mostrado una evolución significativa en América Latina. La Ilustración 2 muestra cómo ha aumentado el número de proyectos de infraestructura que incorporan principios circulares entre 2015 y 2025 (estimado). Este crecimiento refleja el tránsito progresivo de un modelo lineal de producción hacia uno regenerativo y eficiente, promovido por organismos multilaterales y políticas públicas ambientales.

Figura 2

Evolución de proyectos de economía circular (2015-2025)



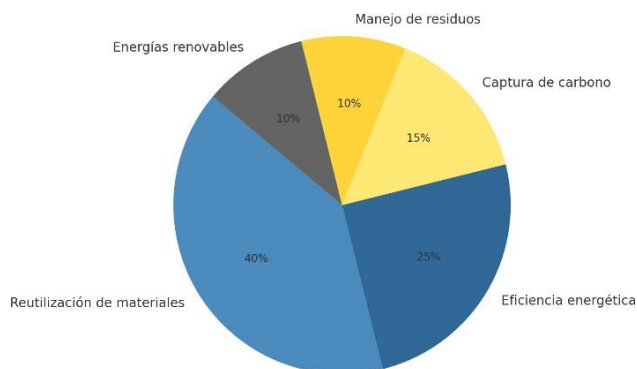
Fuente: Elaboración propia con base en CEPAL (2022) y Banco Mundial (2021).

Este entorno favorable a nivel regional fortalece la pertinencia del desarrollo de soluciones que integren el reciclaje y la innovación tecnológica, como la que plantea este proyecto.

Además, un análisis sobre los principales enfoques sostenibles aplicados en obras civiles muestra que la reutilización de materiales, la eficiencia energética y el manejo adecuado de residuos son las estrategias más implementadas. En la Ilustración 3 se visualiza la distribución porcentual de estos enfoques en proyectos de infraestructura sostenible en América Latina.

Figura 3

Principales enfoques sostenibles en obras civiles (%)



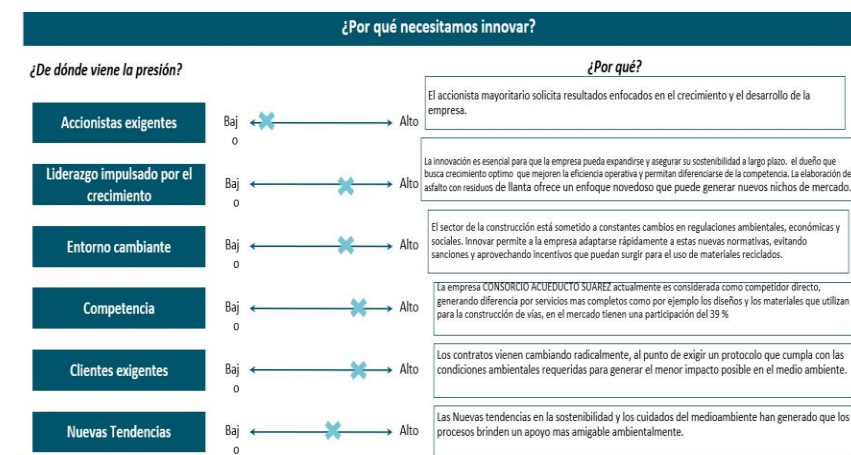
Fuente: Adaptado de CAF (2021) y Global Infrastructure Hub (2020).

Este panorama confirma que el uso de materiales reciclados, como el polvo de caucho proveniente de NFU, se encuentra dentro de las prácticas emergentes que aportan valor ambiental, social y económico. Incorporar estas tendencias en el contexto colombiano representa una oportunidad no solo para mitigar impactos negativos, sino para impulsar la competitividad empresarial a través de la innovación sostenible.

Proceso de Innovación Empresarial

Figura 4

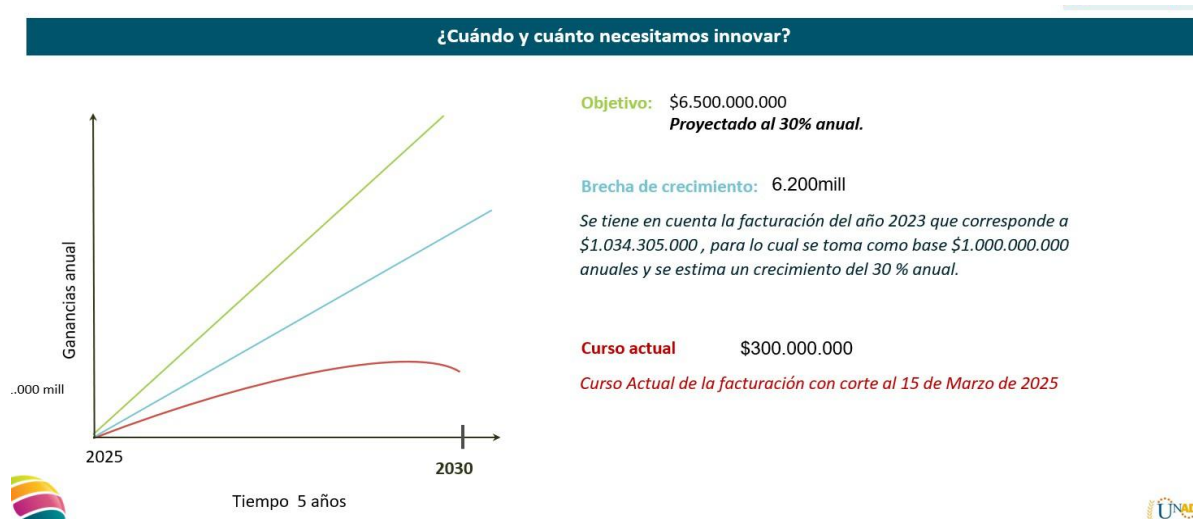
Intención de innovación



Fuente. Autoría propia.

Figura 6

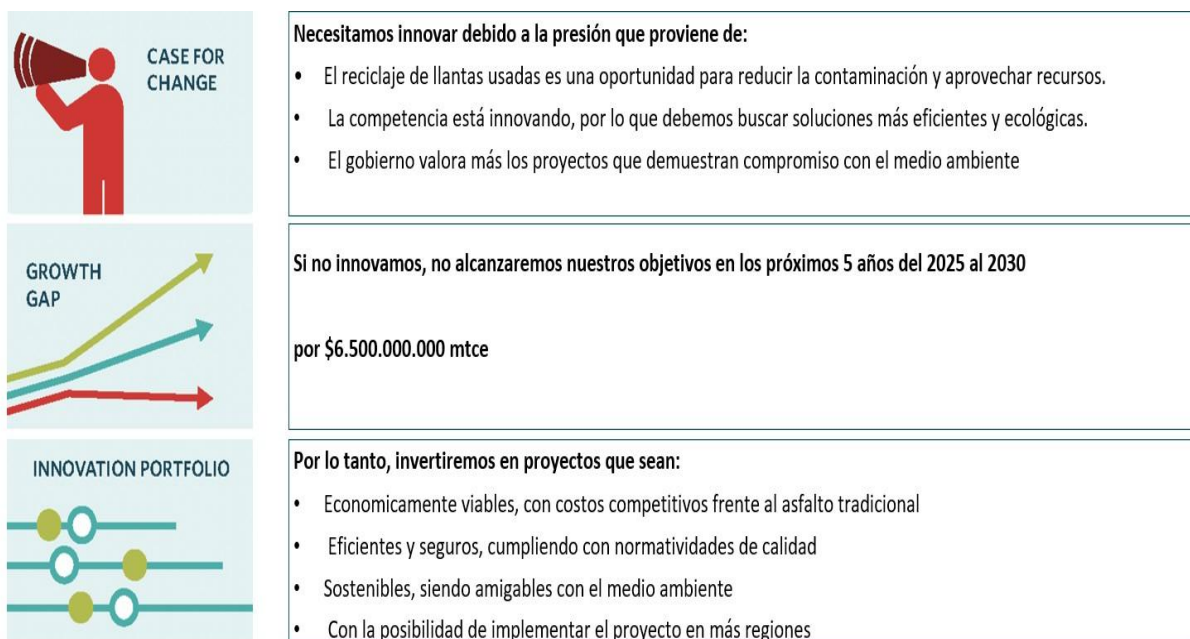
Cuando y cuanto innovar



Fuente. Autoría propia.

Figura 5

Intención de Innovar



Fuente. Autoría propia.

Figura 8

Insights de Oportunidades

Industria: Infraestructura vial sostenible y asfaltos con materiales reciclados



Fuente. Autoría propia.

Figura 7

Como sería el mundo de PV OBRAS CIVILES S.A.S

Describalo: En el año 2030, P.V. OBRAS CIVILES S.A.S. es reconocida por ofrecer un producto de alta calidad, más duradero y ecológico, lo que atrae tanto a clientes públicos como privados que buscan soluciones sostenibles, integrando tecnologías avanzadas en nuestros procesos, lo que optimiza la producción y reduce los costos y mejora la eficiencia operativa. fortaleció alianzas con proveedores y socios asegurando suministros constantes de residuos de llantas, amplió su participación en el mercado gracias a la innovación, lo que hizo nuevos proyectos y una mayor presencia en el sector, tuvo un compromiso ambiental siendo un modelo a seguir en términos de responsabilidad social y ambiental, con certificación y reputación intachable. La empresa se convirtió en una organización dinámica, resiliente y vanguardista.

Fuente. Autoría propia

Figura 9

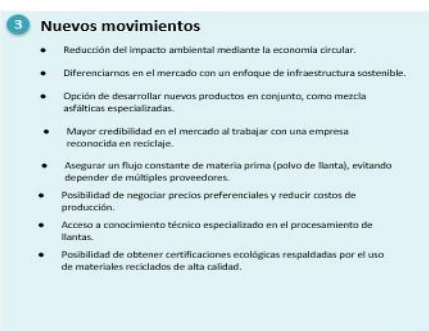
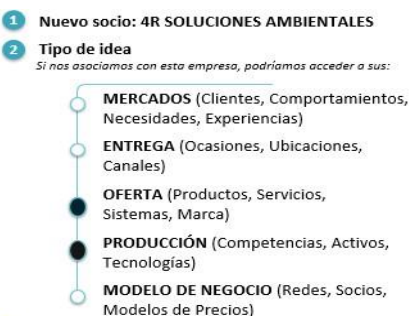
Enumerar los sospechosos habituales e inusuales

Sospechosos habituales	Sospechosos inusuales
<ul style="list-style-type: none"> • Empresas productoras de asfalto convencional. • Constructoras y concesionarias viales. • Entidades gubernamentales responsables de infraestructura. • Proveedores de materiales para la construcción vial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas de reciclaje de neumáticos. • Startups de materiales sostenibles y biopolímeros. • Centros de investigación en nanotecnología aplicada a asfaltos. • Industrias automotrices interesadas en la economía circular.

Fuente. Autoría propia

Figura 10

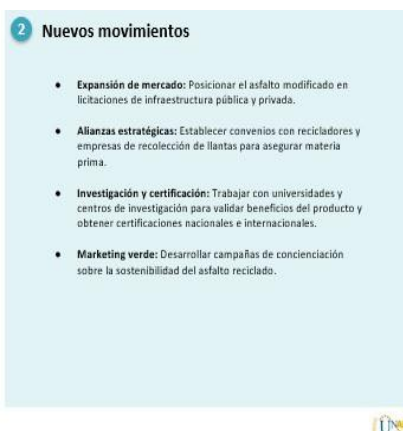
Nuevos socios, nuevas jugadas



Fuente. Autoría propia

Figura 11

Ponerse en los zapatos del otro



Fuente. Autoría propia

Figura 12 Mapa de oportunidades

	Su empresa	Futuro	Competidores	Ayudencias	Laena de valor
Mercado Clientes Necesidades Experiencias	CLIENTES: Empresas constructoras, Comedores Viales, Entidades gubernamentales. NECESIDADES: reducción de costos de mantenimiento, cumplimiento de normativas ambientales, durabilidad del asfalto. EXPERIENCIAS: Infraestructura segura y sostenible, menor impacto ambiental.	Clientes: Equilibrio a proyectos de movilidad sostenible y ciudades inteligentes. Experiencias: Mayor resiliencia ambiental y adaptación a nuevas realidades. Experiencias: Reducción apropiada de impacto ambiental.	Clientes: Competidores que atienden a los riesgos climáticos. Experiencias: Equilibrio que ofrece experiencias sostenibles. Experiencias: Regiones que reducen los impactos con productos innovativos.	Clientes: Aplicación en parques urbanos y rurales. Experiencias: Equilibrio a ciudades de economía circular. Experiencias: Tratamiento de residuos para ciudades inteligentes y sistemas de captura de agua.	Clientes: Fabricación y reparación del recurso. Experiencias: Innovación en procesos de fabricación y reparación. Experiencias: Equilibrio en diseño y funcionalidad.
Entrega Ocasión Ubicación Canales	OCASIONES: Aplicación en construcción de nuevas carreteras, renovación y rehabilitación de pavimentos existentes. UBICACIONES: Ocasión en centros urbanos y rurales, zonas industriales y zonas de desarrollo. CANALES: Construcción directa por entidades públicas y privadas, alianzas con proveedores de materiales de construcción.	Ocasión: Infraestructura resiliente y reducción de la huella de carbono. Ubicación: mejorar adaptación, ecología, resiliencia a distintos entornos. Canales: optimización del proceso de venta y logística.	Ocasión: Canales de distribución utilizados por los competidores, alianzas estratégicas de la competencia. Canales: Visión de entrega innovadora que sea.	Ocasión: Equilibrio a centros logísticos y distribución inteligente. Ubicación: Visión urbana y entornos sostenibles. Canales: alianzas con startups y proveedores tecnológicos.	Ocasión: logística y distribución eficiente. Ubicación: Ubicación del cliente y eficiencia operativa. Canales: optimización de la cadena de suministro.
Ofrenda Productos Servicios Marca	PRODUCTOS: Inicialmente asfalto con polvo de caucho reciclado, asfalto con mayor resistencia térmica y mecánica. SERVICIOS: Asesoría en implementación de asfalto sostenible, métodos de calidad (resistencia y durabilidad), capacitación técnica, posicionamiento como empresa innovadora en soluciones vial, desarrollo de certificaciones de calidad.	Productos: Normotecnología y Alianzas para asfalto autorregenerable. Servicios: consultoría especializada con certificaciones. Marca: expansión nacional, Modelo a seguir en términos de responsabilidad social.	Productos: servicios similares en el mercado. Marca: posicionamiento de la marca de los competidores. Servicios: servicios de calidad y precios.	Productos: asfalto, bitumen y bitúmenes. Servicios: Consultoría en el sector vial, alianzas estratégicas en innovación y desarrollo.	Productos: Desarrollo de productos diferenciados. Servicios: Valor agregado en soporte y formación técnica, entrega de consultoría y mantenimiento.
Producción Competencias Activos Tecnologías	Competencias: Investigación y desarrollo en asfalto reciclado, innovación y desarrollo en asfalto reciclado, optimización de procesos de asfalto. ACTIVOS: gestión ambiental de residuos de fábricas, Planta de producción de asfalto reciclado, red de proveedores de insumos reciclados. TECNOLOGÍAS: Pruebas de campo para asfalto, sistemas de monitoreo, sistemas de recolección de residuos reciclados.	Competencias: gestión propia y uso de la producción. Activos: Equilibrio con gestión documental para optimizar la distribución tecnológica asfalto con captura de CO2 en investigación.	Competencias: Tecnología y procesos productivos propios por la competencia. Activos: Infraestructura o activos físicos que poseen.	Competencias: aplicación de bitumen y nuevos asfaltos. Activos: Centros de investigación en reciclaje vial. Tecnologías: asfalto reciclado en asfalto y asfalto inteligente.	Competencias: Alianzas con actores relevantes. Activos: gestión y optimización de activos. Tecnologías: Alianzas de innovación y procesos.
Modelo de negocio Redes Fogonadura Modelos de precios	MODELO: colaboración con proveedores de bitumen, consultoría y métodos gubernamentales. REDES: Alianzas con actores relevantes (sector público, industria, academia, alianzas estratégicas en construcción). FOGONADURA: Modelo de negocio basado en la durabilidad y resiliencia, costo de mantenimiento en comparación con asfalto convencional.	Modelo: alianzas estratégicas globales en innovación sostenible. Redes: Alianzas con actores relevantes (sector público, industria, academia) que permitan innovación, resiliencia y mayor rentabilidad. Fogonadura: Modelo de negocio. Modelo de pago por obra que se paga según vial a 10 años posteriores.	Modelo: Alianzas de precios competitivos. Fogonadura: Alianzas con actores relevantes.	Modelo: economía circular y digitalización. Redes: Alianzas de innovación en reciclaje vial y sostenibilidad. Fogonadura: Modelo de negocio, pago basado en obra, durabilidad y sostenibilidad.	Modelo: Colaboración en I+D y reparación de asfalto. Redes: Alianzas con actores relevantes. Fogonadura: Modelo de negocio basado en innovación. Modelos de precios: Identificación de ingresos.

Fuente. Autoría propia

Figura 13

Plataformas de crecimiento

Lista preliminar de Plataformas de Crecimiento

- Infraestructura vial sostenible** → Desarrollo y promoción de carreteras ecológicas con asfalto modificado con polvo de neumático reciclado.
- Alianzas con el sector público** → Buscar normativas y políticas que favorezcan el uso de asfaltos reciclados en proyectos gubernamentales.
- Expansión a nuevos mercados** → Introducción del producto en otros países o sectores como la construcción de pistas deportivas o estacionamientos.
- Investigación y desarrollo (I+D)** → Innovación en mezclas de asfalto para mejorar resistencia, durabilidad y sostenibilidad del material.
- Certificaciones y regulaciones** → Obtener certificaciones ambientales y técnicas para facilitar la adopción del producto en el mercado.

Dibuje sus Plataformas de Crecimiento

Fuente. Autoría propia

Figura 14

Segmento de mercado



Fuente. Autoría propia

Figura 15

Criterio para las plataformas de crecimiento

Ejercicio 3.3: Califica cada criterio para las plataformas de crecimiento y priorice una

El FOP priorizado es :FOP 2 _ Desarrollo de asfalto con captura de CO2

	Tamaño potencial	Convincente	Accionable	Encaje	Robusto	Total
FOP 1: Expansión a pavimentos urbanos y ciclovías	4	4	3	5	3	19
FOP 2: Desarrollo de asfalto con captura de CO2	5	5	3	4	4	21
FOP 3: Implementación de sensores IoT en asfaltos	3	3	2	4	3	15
FOP 4: Alianzas con Startups tecnológicas en infraestructura	4	5	2	5	3	19
FOP 5: Expansión de la red con certificados ambientales	5	4	5	3	3	20



Fuente. Autoría propia

Figura 16

Conceptos de negocios

Proporcionaremos asfalto modificado con caucho reciclado para empresas constructoras, gobiernos y proyectos de urbanismo sostenible. Para satisfacer esta necesidad de infraestructura vial sostenible y reducción de residuos plásticos a través de una solución innovadora en pavimentación ecológica. Utilizando polvo de llanta reciclado, tecnologías de mezcla avanzada y alianzas con empresas de reciclaje y ganando dinero mediante contratos públicos y privados, licencias tecnológicas y modelos de suscripción para mantenimiento vial.

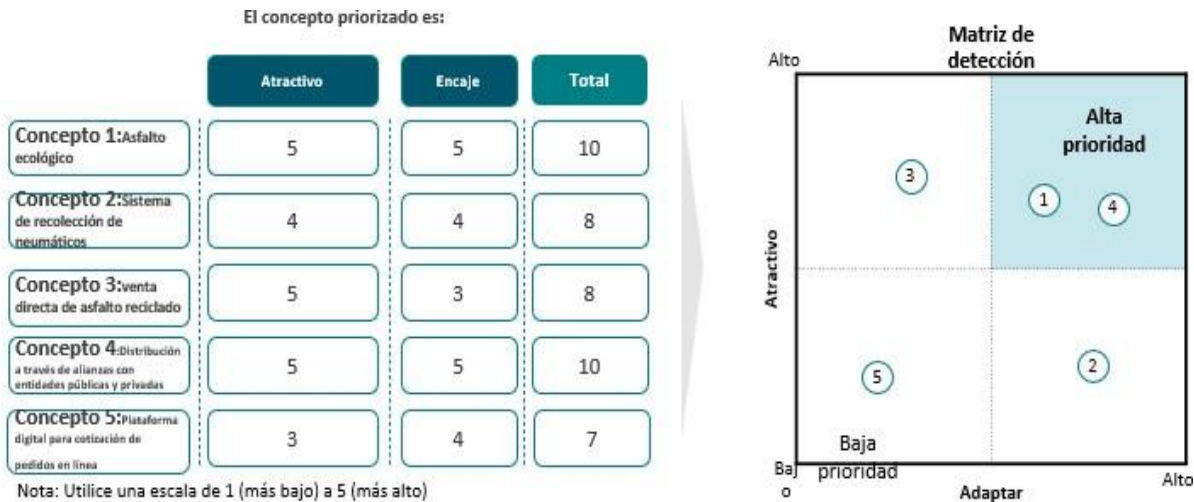


Propuesta de valor: Infraestructura sostenible con asfalto ecológico, reduciendo residuos de neumáticos y mejorando la durabilidad de las carreteras.

Fuente. Autoría propia

Figura 17

Campo de juego priorizado



Fuente. Autoría propia

Figura 18

Brochure conceptual

BROCHURE CONCEPTUAL ASFALTO SUSTENTABLE CON RESIDUOS DE LLANTAS

Mercado

- **¿Qué necesidades resolvemos?**
Reducimos el impacto ambiental del desecho de llantas, disminuimos costos en la construcción de carreteras y mejoramos la durabilidad del asfalto.
- **¿Cómo solucionamos la necesidad?**
Utilizamos polvo de llanta reciclado en la mezcla asfáltica, lo que mejora la resistencia del pavimento y contribuye a la economía circular.
- **¿Por qué es mejor que las alternativas?**
Nuestro asfalto es más resistente al desgaste, reduce el ruido vehicular, es más ecológico y cumple con normativas ambientales.

Entrega

- **¿Cómo pueden los clientes adquirir nuestro producto/servicio?**
Trabajamos con empresas constructoras, gobiernos municipales y estatales, quienes pueden solicitar estudios, pruebas piloto y compras directas.

Oferta

- **¿Qué tiene de innovador y emocionante?**
Integra residuos reciclados en una solución de alto impacto, ofreciendo una alternativa eficiente y sostenible para la infraestructura vial.

Producción

- **¿Cómo podemos hacer esto más barato, más rápido y mejor?**
Optimizamos procesos de producción con maquinaria especializada, alianzas con proveedores de llantas recicladas y tecnologías de mezcla avanzada.

Modelo de negocio

- **¿Cuál es nuestra estrategia de precios?**
Precios competitivos basados en el ahorro de materia prima y beneficios a largo plazo en mantenimiento vial.
- **¿Por qué otros no pueden copiarlos?**
Contamos con alianzas estratégicas con recicladores certificados, patentes en formulaciones y procesos especializados.
- **¿Quiénes son nuestros socios?**
Empresas de reciclaje de llantas, constructoras, gobiernos locales y entidades de innovación en materiales de construcción.



Fuente. Autoría propia

Certified Innovation Professional Master Class – January Cohort (19) – 01/27/2023 © 2009–2023 Global Innovation Management Institute



Figura 19

Ingeniería inversa.

	¿Qué tenemos que creer que tiene que ser verdad para que el concepto de negocio sea exitoso?	¿A cuál cree menos? (Marque los tres primeros)
1	Los clientes están dispuestos a pagar más por un asfalto ecológico.	
2	Los costos de producción pueden mantenerse bajos a largo plazo.	X
3	Los proveedores pueden garantizar un suministro constante de materiales reciclados.	X
4	Los gobiernos impondrán regulaciones que favorezcan el uso de asfalto ecológico.	
5	La tecnología utilizada ofrecerá un rendimiento igual o superior al asfalto tradicional.	
6	La demanda del mercado crecerá en los próximos años.	
7	La infraestructura actual permite el uso de este tipo de asfalto sin modificaciones.	
8	Las constructoras están dispuestas a cambiar su proveedor tradicional.	X
9	Los competidores no copian rápidamente la idea y reducirán su impacto.	
10	El producto resistirá diferentes condiciones climáticas sin perder calidad.	

Tenga en cuenta los siguientes "desencadenantes" durante este ejercicio:

Modelo de negocio

Proveedores

Empleados

Producción

Oferta

Entrega

Clientes

Aliados

Competidores

Fuente. Autoría propia

Figura 20

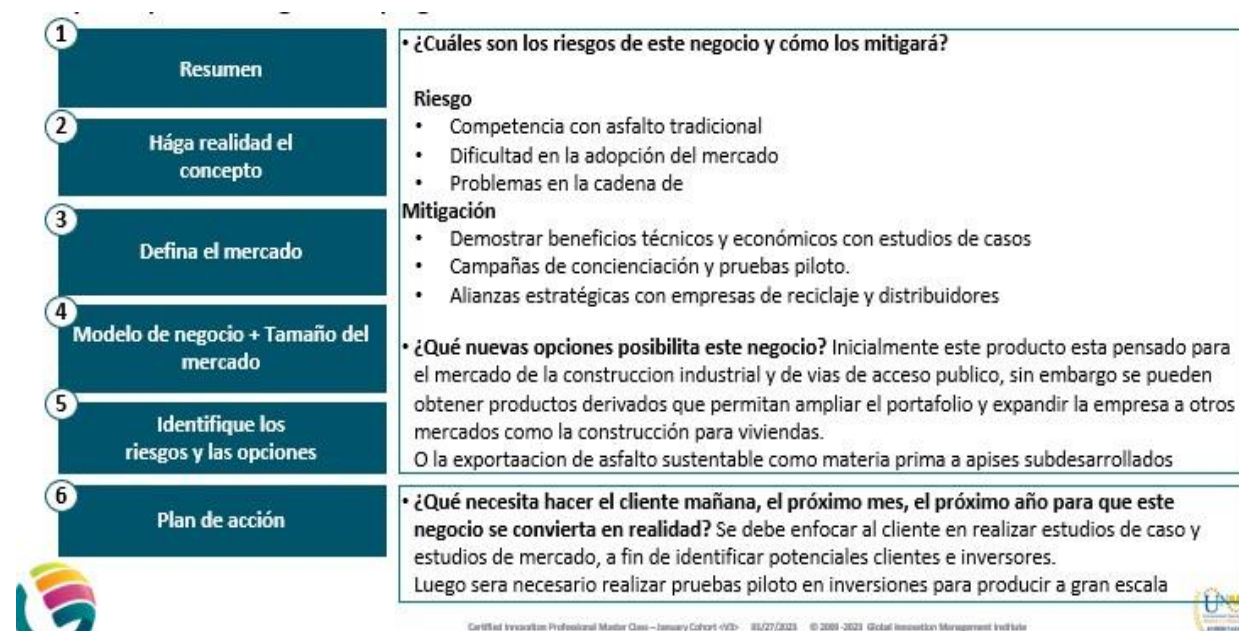
Tres condiciones principales de la ingeniería inversa

¿Cuáles condiciones son las más esenciales para explorar primero para determinar la viabilidad?	Para cada una, ¿cuáles son las pruebas "rápidas" o los experimentos críticos?	¿Cuáles son los resultados deseados?
1. Los costos de producción pueden mantenerse bajos a largo plazo.	Análisis de costos vs. asfalto tradicional, evaluación de incentivos gubernamentales.	Costos competitivos sin comprometer la calidad y margen de ganancia.
2. Los proveedores pueden garantizar un suministro constante de materiales reciclados.	Contacto con proveedores, análisis de disponibilidad, alianzas estratégicas.	Asegurar acuerdos con proveedores que garanticen un flujo constante de materia prima.
3. Las constructoras están dispuestas a cambiar su proveedor tradicional.	Encuestas, pruebas piloto y análisis de valor agregado.	Constructoras abiertas a probar y adoptar el nuevo asfalto ecológico, demostrando interés en cambiar de proveedor.

Fuente. Autoría propia

Figura 21

Elementos principales de un concepto de negocio.



Fuente. Autoría propia

Figura 22

Presentación de conceptos de negocio

<p align="center">Escriba un eslogan</p> <p>Agilidad y simplicidad para construir un futuro sustentable ¡Es hora de transformar los neumáticos en el camino hacia el futuro!</p>	<p align="center">¿Cuál es la visión?</p> <p>Reducir la huella de carbono, optimizando los costos y mejorando la calidad del asfalto, siendo líderes en innovación, construyendo infraestructuras ecológicas, duraderas y más seguras, a partir del aprovechamiento de neumáticos usados</p>
<p align="center">¿Qué es la oferta?</p> <p>Asfalto modificado, con polvo de neumático reciclado, diseñado para la calidad y la durabilidad de las carreteras a un menor costo</p>	<p align="center">¿Quién lo necesita?</p> <p>Empresas Constructoras, entes gubernamentales, empresas de reciclaje, y los principales beneficiarios, la comunidad en general</p>
<p align="center">¿Cuales son las alternativas y por qué es mejor?</p> <p>Asfaltos convencionales, a un alto costo, Nuestra alternativa permite ser más eficientes con la materia prima, economía circular y sostenible</p>	<p align="center">¿Por qué los competidores no pueden copiarlo?</p> <p>Posterior a las pruebas de campo será presentada la petición de patente, permitiendo controlar la cadena de suministro.</p>

 Fuente. Autoría propia

Metodología Design Thinking Aplicada al Proyecto

Fase 1: Empatizar

Objetivo

Comprender las necesidades y desafíos de los usuarios y partes interesadas en relación con el pavimento actual y la gestión de NFU.

Actividades Realizadas:

Encuestas

Ingenieros civiles y responsables de mantenimiento vial expresaron preocupación por la durabilidad y costos de las mezclas asfálticas tradicionales.

Autoridades ambientales destacaron la urgencia de encontrar soluciones para la acumulación de NFU.

Conductores y peatones manifestaron inquietudes sobre la seguridad y calidad de las vías.

Observaciones de Campo

Inspección de tramos viales con diferentes niveles de deterioro para identificar patrones comunes de fallas.

Hallazgos Clave

Necesidad de pavimentos más duraderos y resistentes a condiciones climáticas variables.

Oportunidad de reutilizar NFU en la infraestructura vial como estrategia de economía circular.

Interés en soluciones que reduzcan costos de mantenimiento a largo plazo.

Tabla 1

Diagnostico de necesidades y expectativas del usuario

CATEGORIA	DESCRIPCION
¿Qué piensas y siente?	Se siente frustrado por los constantes daños en las vías. Piensa que las soluciones actuales no son sostenibles. Le preocupa el alto costo de mantenimiento, el impacto ambiental de las obras y la presión por entregar resultados duraderos con bajo presupuesto. Desea soluciones innovadoras que realmente funcionen.
¿Que ves?	Observa carreteras deterioradas, uso excesivo de materiales tradicionales como el asfalto convencional, poca innovación en las licitaciones públicas. También ve nuevas tendencias en infraestructura sostenible pero aún poco implementadas
¿Qué dice y hace?	Habla sobre la necesidad de optimizar los recursos. Participa en licitaciones y propone mejoras, pero muchas veces termina usando métodos tradicionales por falta de alternativas. Dice estar abierto a nuevas tecnologías, pero necesita pruebas concretas.
¿Qué oye?	Escucha quejas de ciudadanos por el mal estado de las vías. Sus superiores le exigen eficiencia y economía. Recibe comentarios de colegas sobre nuevas técnicas como el uso de caucho reciclado, pero también dudas sobre su viabilidad real
¿Qué esfuerzos hace? (dolores)	Lidia con presupuestos ajustados, presiones políticas y técnicas. Se enfrenta a decisiones que priorizan lo económico a corto plazo sobre lo técnico y ambiental a largo plazo. Siente frustración por la falta de apoyo a la innovación
¿Qué espera lograr?	Busca una solución duradera, económica y ambientalmente responsable. Quiere ser parte de una transformación en la infraestructura nacional, reducir tiempos de intervención y mejorar la calidad del servicio vial. Le gustaría adoptar tecnologías con respaldo técnico que faciliten su trabajo.

NOTA. *Criterio personal sobre la problemática*

Fase 2: Definir

Objetivo. Sintetizar la información recopilada para formular un problema claro y enfocado.

Declaración del Problema. Existe una acumulación significativa de neumáticos fuera de uso en Colombia y una necesidad de pavimentos más duraderos y sostenibles. Se requiere una solución que integre la gestión de NFU en la mejora de las mezclas asfálticas para reducir costos de mantenimiento y minimizar el impacto ambiental.

Tabla 2

Valoración de necesidades

Tipo	Grupo de Afinidad
El mantenimiento de las vías es costoso	Costos de mantenimiento
Las mezclas actuales no duran lo suficiente	Durabilidad del asfalto
Tenemos problemas con la disposición de llantas usadas	Manejo de residuos (NFU)
Sería bueno reutilizar las llantas	Innovación ambiental
No hay presupuesto para soluciones experimentales	Barreras económicas
Me gustaría ver pruebas antes de usar nuevas mezclas	Necesidad de validación

Nota. Valoración de necesidades por grupo de afinidad. *Fuente.* Autoría propia

Resultado. Los ingenieros viales necesitan una solución sostenible y económicamente viable que esté técnicamente probada, para mejorar la durabilidad del pavimento y reducir los costos de mantenimiento, reutilizando materiales como los neumáticos fuera de uso

Fase 3: Idear

Objetivo. Generar un abanico de soluciones potenciales que aborden el problema definido.

Ideas Generadas

Incorporación de Polvo de Caucho en Mezclas Asfálticas.

Vía Húmeda.

Modificación del cemento asfáltico mediante la adición de polvo de caucho antes de la mezcla con agregados.

Vía Seca.

Adición directa del polvo de caucho a la mezcla de agregados antes de incorporar el asfalto.

Desarrollo de Aditivos a Partir de NFU. Creación de aditivos que mejoren las propiedades reológicas del asfalto utilizando componentes derivados de NFU.

Implementación de Pavimentos Prefabricados con Caucho Reciclado

Producción de losas prefabricadas que incorporen caucho reciclado para su uso en vías de bajo tráfico.

Tabla 3

Análisis de factibilidad

Idea	Factibilidad Técnica	Factibilidad Económica	Sostenibilidad Ambiental/Social
1. Polvo de caucho en asfalto (vía húmeda)	Alta	Media/Alta	Alta
2. Polvo de caucho en asfalto (vía seca)	Alta	Alta	Alta
3. Adoquines prefabricados	Media	Media	Media
4. Aditivos con NFU	Media	Baja	Alta
5. Plantas móviles	Media	Baja	Alta
6. Incentivos para constructoras	Alta	Media	Alta
7. Caucho como relleno rural	Alta	Alta	Media
8. Señalización vial con caucho	Alta	Alta	Media

9. Plataforma de conexión	Alta	Alta	Media
10. Pavimento acústico	Media	Baja	Alta

Nota. Análisis de factibilidad según las características por materiales. *Fuente.* Autoría propia.

Selección de la Solución

Tras evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental, se optó por desarrollar una mezcla asfáltica modificada con polvo de caucho utilizando el método de vía húmeda, debido a su potencial para mejorar las propiedades del pavimento y su aplicabilidad en proyectos viales a gran escala.

¿Por qué?

Tiene respaldo técnico y casos de éxito en otros países.

Reduce significativamente el impacto ambiental de los NFU.

Mejora las propiedades del pavimento (mayor elasticidad, durabilidad, resistencia a deformaciones).

Es escalable para proyectos viales a gran escala en Colombia.

Fase 4: Prototipar

Objetivo.

Desarrollar y validar una mezcla asfáltica modificada con polvo de llanta reciclada, capaz de mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento, como una alternativa sostenible e innovadora.

Paso 1: Pesa de materiales Figura 23 Peso de grava y arena

Item. Grava y Arena

Peso. 0.850 K1

Figura 13

Pesa de materiales Figura 23 Peso de grava y arena



Fuente. Autoría propia.

Item. Polvo de Caucho Reciclado

Peso. 0.85 K1

Figura 14

Peso del polvo de caucho



Fuente. Autoría propia.

Figura 25

Mescla de emulsión asfáltica

Ítem. Emulsión asfáltica

Peso. 1gl



Fuente. Autoría propia.

Paso 2: Mezcla en planta

Ítem. Arena y grava

Figura 26

Se calientan los agregados a una temperatura adecuada (180 °C).



Fuente. Autoría propia.

Item. Asfalto y polvo de caucho

Figura 27

Se calienta el bitumen caliente, y si aplica, el polvo de caucho reciclado



Fuente. Autoría propia.

Item. Asfalto, polvo de caucho y agregados

Figura 28

Verter los agregados al asfalto y mezclar hasta obtener una masa homogénea.



Fuente. Autoría propia.

Ítem. Mezcla homogénea

Figura 29

calentar por un tiempo determinado de 60 minutos.



Fuente. Autoría propia.

Paso 3: vertimiento del material

Ítem. Resultado final

Figura

30 Verter en la superficie deseada.



Fuente. Autoría propia.

Fase 5: Evaluar / Probar

Objetivo.

Probar y analizar el prototipo definido para la mezcla asfáltica, con el objetivo de identificar los escenarios menos favorables teniendo en cuenta las características y propiedades del producto.

Información Recopilada

Se realizan tres pruebas diferentes para determinar las posibilidades más favorables y se utiliza el agua como factor diferencial entre las pruebas realizadas.

Prueba A

Se realiza la versión de solución tipo A teniendo en cuenta las siguientes cantidades en un tiempo estándar de 20 minutos para alcanzar la temperatura mínima para la integración con la mezcla asfáltica.

Tabla 4

Cantidades y temperatura prueba A

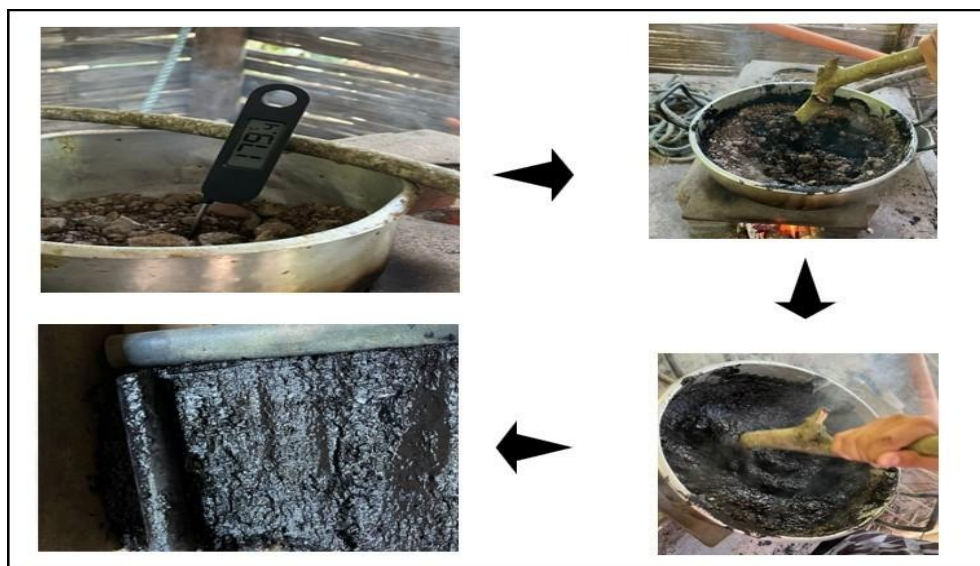
<i>materia</i>	<i>temperatura</i>	<i>Cantidad kg</i>	<i>% Humedad</i>
Grava / Arena	180°	0,85	0%

Fuente. Autoría propia.

Luego de alcanzar la temperatura de la grava, esta se integra con la mezcla del asfalto y el caucho reciclado la cual previamente fue calentada durante 30 minutos, la prueba tipo A se realiza sin utilizar agua para determinar las condiciones y variabilidades que genera la mezcla al ser tratada con 0% de humedad.

Figura 31

Registro prueba A



Fuente. Autoría propia.

Prueba B

Se realiza la versión de solución tipo B teniendo en cuenta las siguientes cantidades en un tiempo estándar de 20 minutos para alcanzar la temperatura mínima para la integración con la mezcla asfáltica.

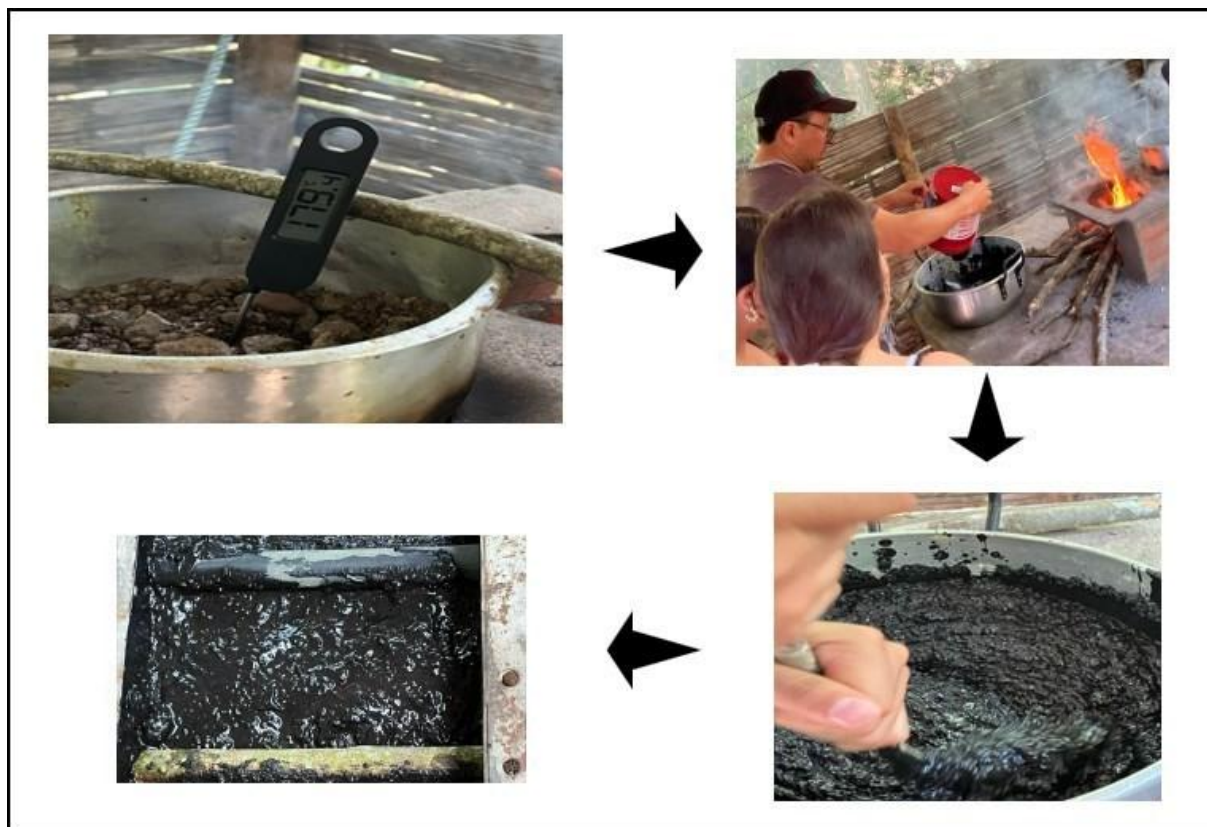
Tabla 5

Cantidades y temperatura prueba b

Material	Temperatura	Cantidad Kg	% Humedad
Grava / Arena	180°	0,85	50%

Fuente. Autoría propia.

Luego de alcanzar la temperatura de la grava, esta se integra con la mezcla del asfalto y el caucho reciclado la cual previamente fue calentada durante 30 minutos, la prueba tipo B se realiza utilizando 1 galón de agua en la mezcla asfáltica para determinar las condiciones y variabilidades que genera la mezcla al ser tratada con 50% de humedad.

Figura 32*Registro prueba B**Fuente. Autoría propia.***Prueba C**

Se realiza la versión de solución tipo C teniendo en cuenta las siguientes cantidades en un tiempo estándar de 20 minutos para alcanzar la temperatura mínima para la integración con la mezcla asfáltica.

Tabla 6*Cantidades y temperatura prueba c*

Material	Temperatura	Cantidad Kg	% Humedad
Grava / Arena	180°	0,85	100%

Fuente. Autoría propia.

Luego de alcanzar la temperatura de la grava, esta se integra con la mezcla del asfalto y el caucho reciclado la cual previamente fue calentada durante 60 minutos, la prueba tipo C se realiza

utilizando 2 galones de agua en la mezcla asfáltica para determinar las condiciones y variabilidades que genera la mezcla al ser tratada con 100% de humedad según las recomendaciones de preparación.

Figura 33

Registro prueba C



Fuente. Autoría propia.

Tabla 7

Objetivos y Resultados Clave (OKR)

Objetivo (O)	Resultados Clave (KR)
<p>O.1. Promover la adopción del asfalto modificado con polvo de neumático reciclado como una solución ambiental y económicamente sostenible en el sector vial colombiano.</p> <p>(Cualitativo)</p>	<p>KR 1.1 Identificar y documentar al menos 3 beneficios ambientales comprobables del uso de polvo de neumático en mezclas asfálticas.</p>
	<p>KR 1.2 Realizar una comparación económica entre el asfalto convencional y el modificado, destacando una posible reducción en costos operativos a largo plazo.</p>
	<p>KR 1.3 Diseñar una infografía explicativa con los beneficios ambientales y económicos del asfalto modificado para difundir en</p>

	<p>medios digitales o impresos.</p>
	<p>KR 1.4 Recoger al menos 5 opiniones de estudiantes o docentes sobre la viabilidad ambiental y económica del proyecto mediante una breve encuesta digital.</p>
	<p>KR 1.5 Estimar cuántos neumáticos fuera de uso podrían aprovecharse anualmente si el prototipo se implementara en un proyecto vial estándar de 1 kilómetro.</p>
	<p>KR 3.1 Diseñar y aplicar un protocolo técnico para la producción y uso del asfalto con llanta reciclada en al menos 3 proyectos viales demostrativos durante el año.</p>

<p>Posicionar a la empresa como pionera en la aplicación de tecnologías innovadoras para la pavimentación, mediante la integración de materiales reciclados que mejoren el desempeño técnico, económico y ambiental de los proyectos viales.</p>	<p>KR 3.2 Documentar y comparar los resultados técnicos del nuevo asfalto frente al convencional en términos de durabilidad, resistencia y absorción de impactos, con base en pruebas de laboratorio y campo.</p> <p>KR 3.3 Reducir en un 20% el volumen de llantas enviadas a rellenos sanitarios mediante su aprovechamiento en la mezcla asfáltica.</p> <p>KR 3.4 Alcanzar una aceptación técnica del 90% por parte de los ingenieros y operarios involucrados en los proyectos, medida a través de encuestas internas.</p>
--	---

	<p>KR 3.5 Establecer un acuerdo con al menos una entidad gubernamental o privada interesada en replicar la tecnología en otros proyectos antes de finalizar el año.</p>
<p>Reducir en un 15% el costo de producción por tonelada de asfalto mediante el uso de polvo de llanta reciclada, para finales de 2025. (cuantitativo)</p>	<p>KR1: Analizar costos de materiales tradicionales versus modificados en 3 meses.</p> <p>KR2: Implementar el uso de polvo de llanta en al menos el 50% de los proyectos de pavimentación nuevos.</p> <p>KR3: Disminuir el consumo de bitumen convencional en un 10% gracias al aditivo de caucho.</p>

	<p>KR4: Validar los ahorros con auditorías internas trimestrales.</p>
<p>O.4 Evaluar la viabilidad técnica, económica y operativa de incorporar polvo de caucho reciclado en mezclas asfálticas, considerando la infraestructura, equipos y capacidad de producción actual de PV Obras Civiles S.A.S.</p>	<p>KR4.1 Realizar un análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del asfalto con y sin polvo, para diseñar y ejecutar pruebas de laboratorio, que nos permitan evaluar el comportamiento de las mezclas asfálticas</p> <p>KR4.2 Calcular los costos de producción al incorporar polvo de caucho reciclado, y compararlo con los costos de las materias primas tradicionales, con la finalidad de analizar la rentabilidad del proyecto, el</p>

	<p>retorno de inversión y el análisis costo beneficio</p> <p>KR4.3 Evaluar la capacidad actual de producción de PV Obras Civiles S.A.S, a fin de desarrollar un plan de implementación operativa, que permita un adecuado manejo y producción</p> <p>KR4.4 Investigar fuentes de financiamiento e incentivos gubernamentales, orientadas a prácticas sostenibles, y desarrollos amigables con el medio ambiente</p> <p>KR4.5 Documentar los requerimientos técnicos necesarios para el desarrollo adecuado del proyecto</p>
<p>O.5. Desarrollar estrategias y generar valor mediante la utilización de llantas</p>	<p>KR 5.1 Reducir el 5% en los costos de producción teniendo en cuenta las</p>

<p>debidamente pulverizadas para reducir la contaminación gradual que genera este material y aprovechar las propiedades de este para optimizar recursos en la elaboración de la mezcla asfáltica.</p> <p>(Cualitativo)</p>	<p>metodologías tradicionales y la implementación del recurso reciclado en el asfalto.</p> <p>KR 5.2 Realizar capacitaciones interactivas donde los empleados aprendan técnicas de reutilización y procesamiento en materiales reciclados en un plazo de 4 meses.</p> <p>KR 5.3 Crear una campaña digital y mostrar la posición de la empresa frente a las nuevas tendencias ambientales.</p> <p>KR 5.4 Realizar un contenido audiovisual para el público y plasmar las cualidades que tiene el</p>
--	--

	<p>asfalto cuando es tratado correctamente con material reciclado.</p> <p>KR 5.5 Incorporar a la iniciativa dos empresas dedicadas al tratamiento y recolección de llantas y material de reciclaje en general.</p>
--	---

Fuente. Autoría propia.

Conclusiones

El presente proyecto permitió estructurar un proceso de innovación orientado a resolver un reto empresarial priorizado en PV OBRAS CIVILES S.A.S, relacionado con la necesidad de incorporar prácticas sostenibles en sus procesos productivos. La iniciativa demuestra como una problemática ambiental en el manejo inadecuado de neumáticos fuera de uso (NFU) puede transformarse en una oportunidad para desarrollar soluciones técnicas de alto impacto.

A lo largo del proyecto, se aplicaron metodologías de innovación reconocidas como Design Thinking y OKR, las cuales facilitaron la comprensión profunda del problema, la generación de ideas viables, la construcción de un prototipo funcional y el establecimiento de objetivos estratégicos medibles. Este enfoque metodológico permitió alinear la innovación con los intereses reales de la empresa, fortaleciendo su capacidad para responder a los desafíos del entorno.

El resultado del proceso fue el diseño y validación de un prototipo de mezcla asfáltica modificada con polvo de neumático reciclado, que ofrece beneficios concretos como mayor resistencia estructural, reducción de costos de mantenimiento y aporte a la economía circular. Este producto representa una solución innovadora con viabilidad técnica, económica y ambiental comprobada.

El proyecto evidenció que la innovación no depende exclusivamente de grandes inversiones tecnológicas, sino de la capacidad de las organizaciones para identificar sus retos, gestionar conocimiento y adoptar metodologías adecuadas. En este sentido, PV OBRAS CIVILES S.A.S, dio un paso significativo hacia su transformación como empresa más sostenible, competitiva y alineada con los Objetivos De Desarrollo Sostenible (ODS).

Finalmente, se concluye que gestionar la innovación de forma estratégica es clave para impulsar mejoras continuas, diferenciarse en el mercado y generar valor agregado tanto para la

empresa como para el entorno. Este proyecto sienta las bases para futuras iniciativas de innovación ambiental aplicadas al sector de infraestructura vial.

Recomendaciones

Implementar un plan piloto de producción y aplicación del asfalto modificado, que permita validar su desempeño en condiciones reales, recopilar datos técnicos y operativos, y ajustar el proceso antes de su escalamiento comercial.

Establecer alianzas estratégicas con proveedores de caucho reciclado y entidades ambientales, para garantizar el suministro constante del material, optimizar costos logísticos y fortalecer la legitimidad ambiental del producto.

Fortalecer la cultura de innovación dentro de la empresa, mediante la capacitación continua del personal en metodologías como Design Thinking y gestión de proyectos sostenibles, incentivando la participación en procesos creativos y de mejora.

Desarrollar una estrategia de comunicación y mercadeo verde, enfocada en destacar los beneficios ambientales, económicos y de durabilidad del producto, con el fin de atraer clientes públicos y privados interesados en soluciones sostenibles.

Monitorear indicadores clave de desempeño (KPIs) y resultados OKR asociados a la innovación, para evaluar su impacto en términos de reducción de costos, aumento de la durabilidad de las vías y disminución de residuos, promoviendo una toma de decisiones basada en datos.

Explorar la posibilidad de certificaciones ambientales o sellos de sostenibilidad, que respalden la calidad ecológica del producto y faciliten el acceso a licitaciones y proyectos de infraestructura con criterios de responsabilidad ambiental.

Referencias Bibliográficas

- ¿Qué es un OKR? Pp. (26 – 31) Pluma Digital Ediciones.
<https://elibronet.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/231789>
- Airey, G. D. (2004). *Rheological characteristics of polymer modified and aged bitumens*. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, 73, 323–349 Agencia de Noticias
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Innovación y sostenibilidad en infraestructura vial en América Latina*. <https://www.iadb.org/es/sectores/integracion-regional/informacion>
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking creates new alternatives for business and society*. Harvard Business Press.
- Brunetta, H. (2023). OKRs y métricas de negocios: metodologías ágiles para resultados exitosos.
- Doerr, J. (2018). *Measure what matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation rock the world with OKRs*. Porfolio.
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency. (2016). *Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management*. <https://www.epa.gov>
- Flores, R. J., & Martínez, H. M. (2020). *Uso de polvo de caucho reciclado en la mejora del pavimento asfáltico: análisis técnico y económico*. Revista Ingeniería Civil, 27(1), 33-40.
- Fundación Ellen MacArthur. (2015). *Hacia una economía circular: Razones económicas para una transición acelerada*
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2021). *Informe Nacional del Estado del Recurso Suelo y Residuos Sólidos en Colombia*.

- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2018). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros* (15.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- León, M. Á. (2021). *De Experto Gestor a Líder Ágil*. *CCA Insight*, 8, 42–45.
<https://researchebscocom.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=42b5f99b-ff29-3a00-95ff-a635756033d>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Política para la gestión integral de llantas usadas en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Plan Nacional para la Gestión Integral de Llantas Usadas* (PNGIU). <https://www.minambiente.gov.co>
- OCDE. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Pp. (51 – 69) Pluma Digital Ediciones.
<https://elibronet.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/231789>
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press.
- Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2020). *Gestión de llantas usadas: informe de avance*. <https://www.ambientebogota.gov.co>
- UNAL. (2022). *Asfalto de caucho reciclado: solución para llantas usadas*. Universidad Nacional de Colombia. <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/asfalto-de-caucho-reciclado-solucion-para-llantas-usadas>

Apéndices

Apéndice A

Link Encuesta

<https://forms.gle/73wytnvKmxC1Sws58>

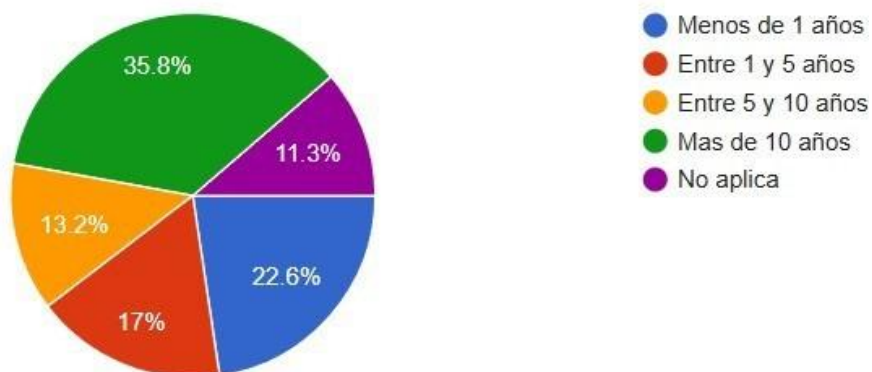
Apéndice B

Gráficas

Pregunta 1

¿Por cuantos años a tenido contacto directo o indirecto con temas relacionados con la infraestructura vial?

53 respuestas

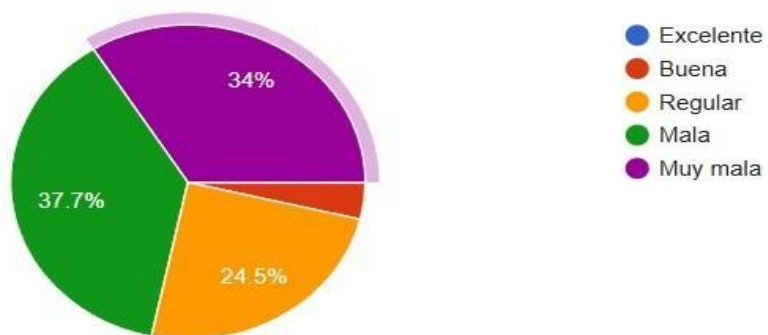


Fuente. Autoría propia.

Pregunta 2

¿Cómo calificaría la calidad actual de las vías se su zona?

53 respuestas



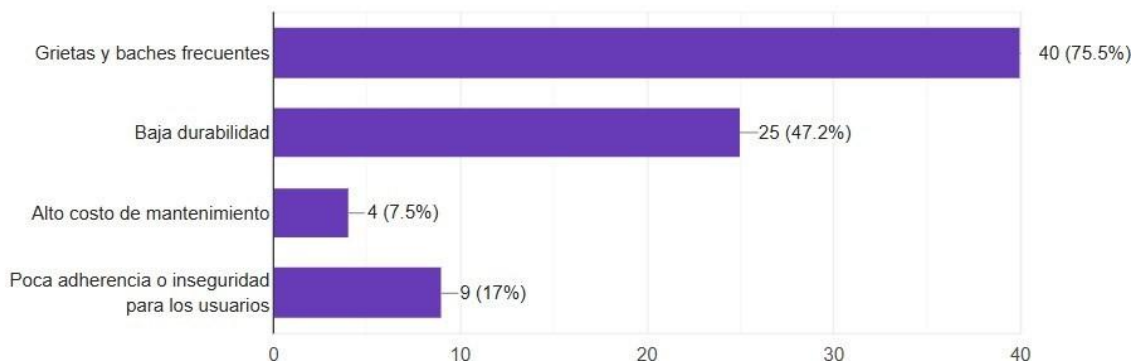
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 3

¿Cuáles cree que son los principales problemas del pavimento actual?
(Puedes seleccionar mas de una opción)

 Copiar gráfico

53 respuestas



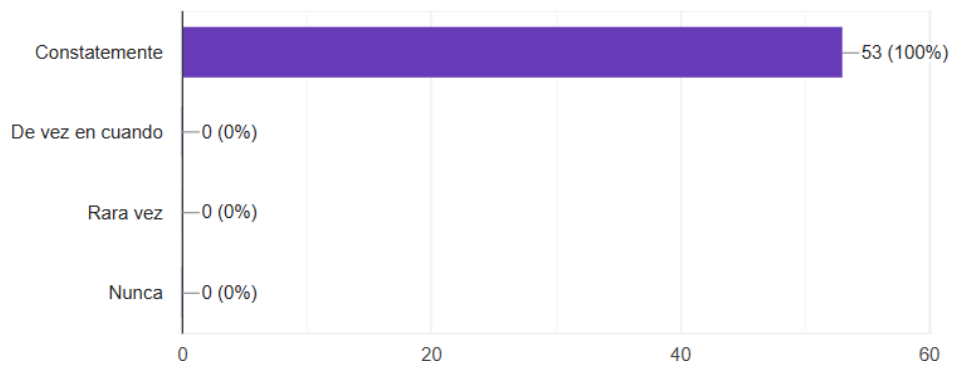
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 4

¿Con que frecuencia nota deterioro en las vías que transita?

 Copiar gráfico

53 respuestas



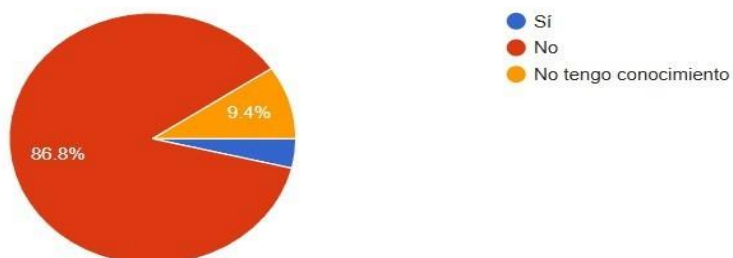
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 5

¿Considera que las autoridades invierte adecuadamente en el mantenimiento de las vías?



53 respuestas

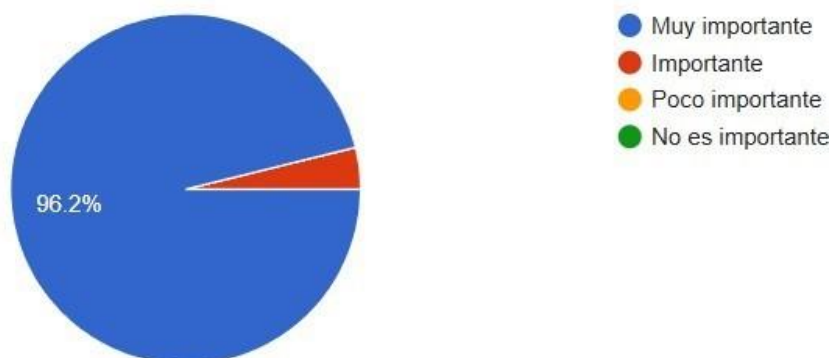


Fuente. Autoría propia.

Pregunta 6

¿Qué tan importante es para usted que se implementen soluciones sostenibles en las obras viales?

52 respuestas

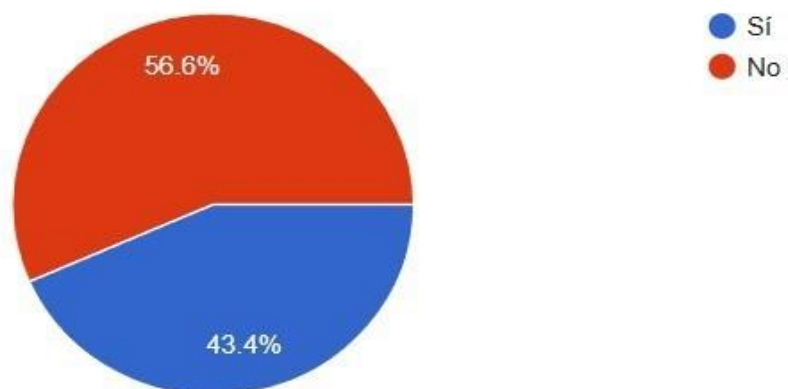


Fuente. Autoría propia.

Pregunta 7

¿Esta familiarizado con el concepto de neumáticos fuera de uso (NFU)?

53 respuestas

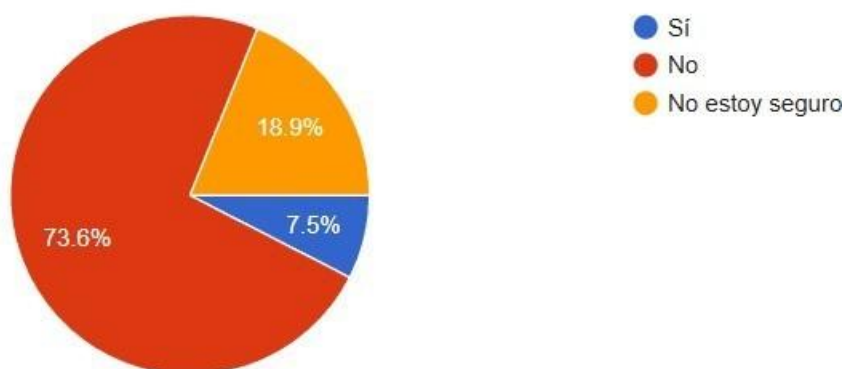


Fuente. Autoría propia.

Pregunta 8:

¿Conoce algún proyecto o iniciativa en su región que utilice NFU?

53 respuestas



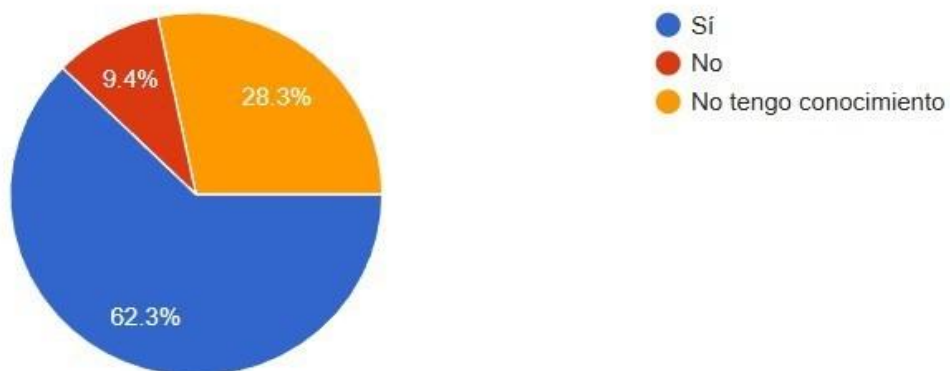
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 9

¿Cree que la acumulación de NFU representa un problema ambiental relevante en su comunidad?



53 respuestas

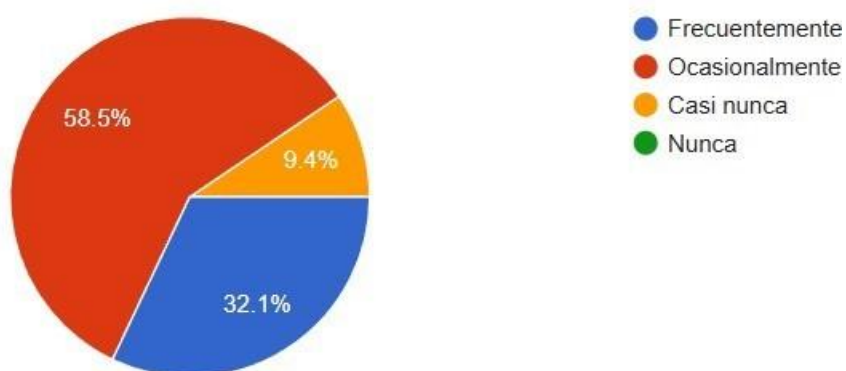


Fuente. Autoría propia.

Pregunta 10

¿Con que frecuencia ve neumáticos desechados en espacios públicos o zonas no autorizadas?

53 respuestas



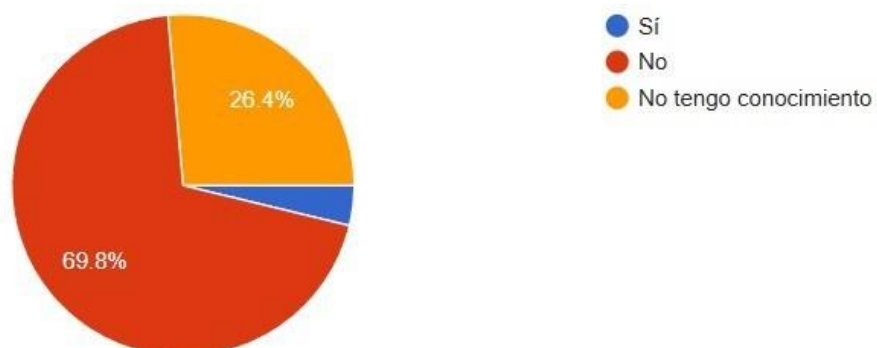
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 11

¿Considera que las campañas de recolección de NFU son suficientes?



53 respuestas



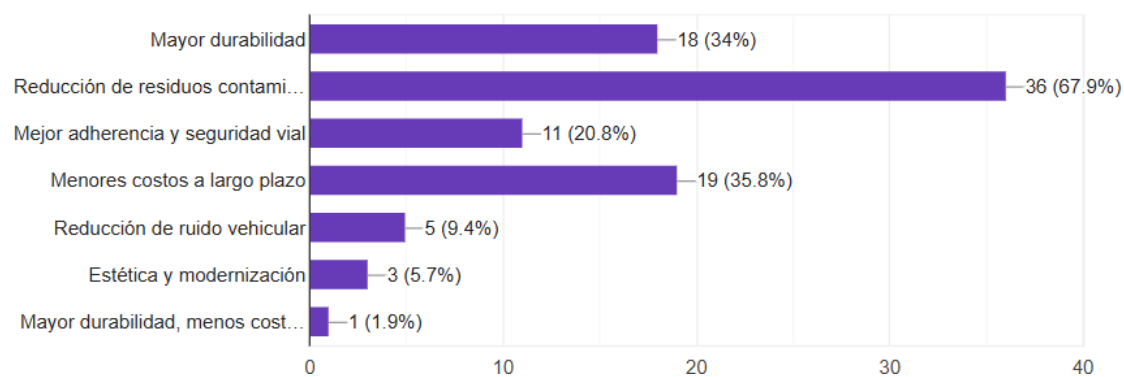
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 12

¿Qué beneficios esperarías de un pavimento elaborado con llanta triturada?
(puede seleccionar mas de una opción)

Copiar gráfico

53 respuestas



Fuente. Autoría propia.

Pregunta 13

¿Tendría alguna preocupación sobre el uso de llanta triturada en pavimento?

[Copiar gráfico](#)

53 respuestas



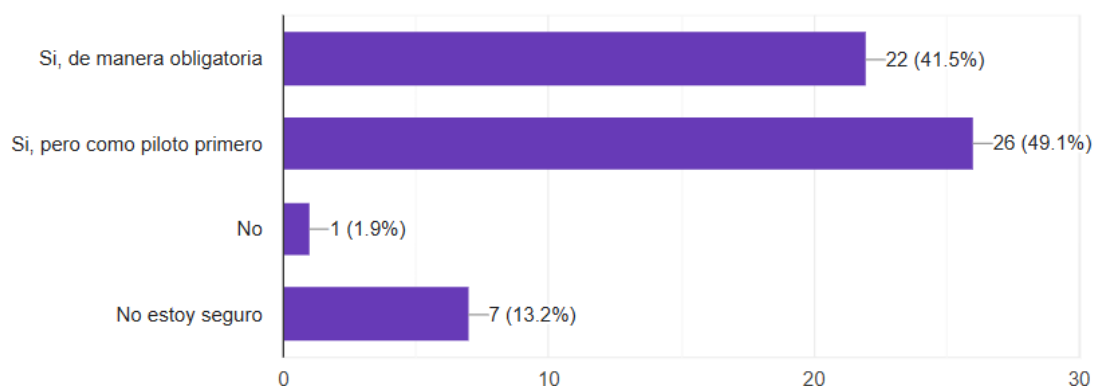
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 14

¿Considera que este tipo de innovación debería ser adoptada por entidades publicas?

[Copiar gr](#)

53 respuestas

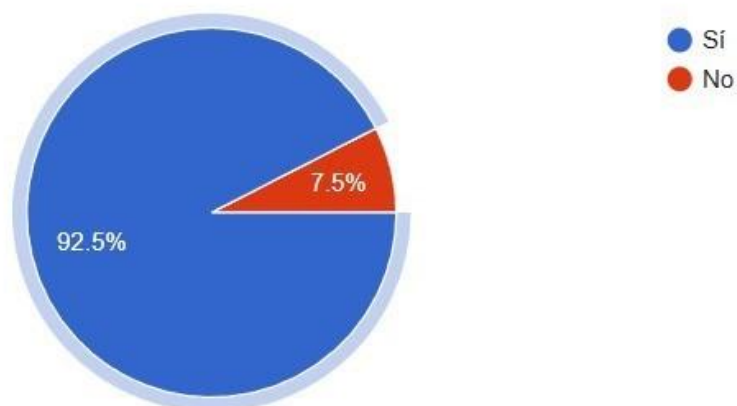


Fuente. Autoría propia.

Pregunta 15

¿Cree que la comunidad aceptaría positivamente una vía construida con este tipo de pavimento?

53 respuestas



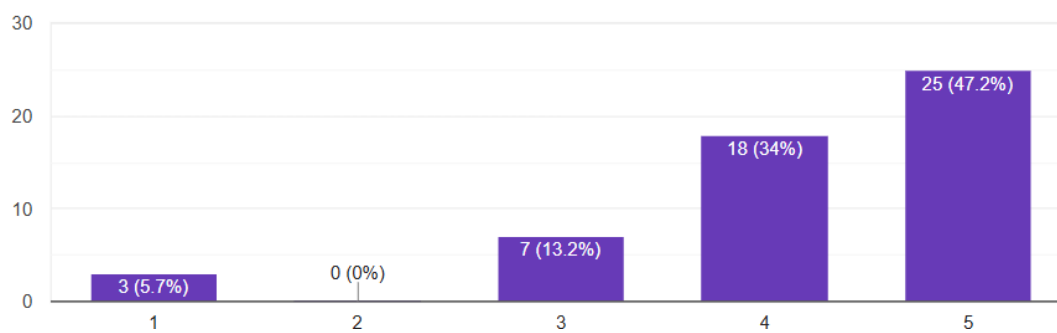
Fuente. Autoría propia.

Pregunta 16

En una escala del 1 al 5, ¿Qué tan dispuesto estaría a apoyar o recomendar el uso de este tipo de pavimento? 1 (Nada dispuesto) - 5 (Muy dispuesto)

 Copiar gráfico

53 respuestas



Fuente. Autoría propia.